

Andrzej Kotecki, Marcin Kozak, Władysław Malarz  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

## Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego I. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego

### The use of winter wheat straw for winter oilseed rape fertilization I. The influence of wheat straw and N rates on the development and yielding of winter rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, nawożenie słomą i azotem, rozwój, plony

Key words: winter rape, straw and N rates, development, yields

W latach 1998–2001 w RZD Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wpływem nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego odmiany Silvia. W dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot” badano nawożenie: I – słomą pszenicy ozimej Kobra (a – kontrola bez słomy, b – przyorana słoma) i II – azotem (0, 25, 50 i 75 kg N/ha). Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni pszenicy ozimej wynosiła około 26%, a nagromadzonych makroskładników od 21 do 29% łącznej masy (korzenie + ściernie + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N – 37,8; P – 6,6; K – 47,5; Ca – 14,2 i Mg – 9,8. Rzepak ozimy uprawiany w stanowisku po zaoranej słomie pszenicy ozimej, w stosunku do obiektu bez słomy, odznaczał się między innymi słabszym rozwojem roślin jesienią, który spowodował, że rośliny wytworzyły przed zahamowaniem wegetacji mniej liści, a sucha masa 1 rośliny była o 30% niższa oraz większą o 4% liczbą łuszczyń i o 7% plonami nasion. W stanowisku ze słomą należy stosować jesienią 50 kg N/ha, gdyż zwiększa się, w porównaniu z kontrolą,

In the years 1998–2001 field and laboratory study on the effects of growing rates of wheat straw and N on the development and yields of winter rape (Silva cultivar) were carried out at the experiment station in Pawłowice. The experiment in the split-plot arrangement was conducted with 2 variables: I – winter wheat straw (Kobra cultivar) – a) control without straw; b) straw ploughed under, II – N at 0, 25, 50 and 75 kg/ha. The weight of harvest residues of roots and stubble of winter wheat in the soil was recorded at 26% and accumulation of macroelements ranged from 21 to 29% of total weight (roots + stubble + straw) that amounted to 7,6 t/ha, on average, and accumulated: N – 37.8, P – 6.6, K – 47.5, Ca – 14.2 and Mg – 9.8. Winter rape cultivated after winter wheat with straw ploughed under showed slower development in autumn as compared to the site without straw. The plants had less leaves before the winter and dry matter of a plant was 30% lower, but the number of siliques and seed yields were 4% and 7% higher, respectively. The site with straw needed 50 kg of N/ha in autumn, as compared to the control, and as a result, the number of siliques increased by 8% and the number of seeds in the siliques

liczba łuszczyń na roślinie o 8% i masa nasion w łuszczyńce o 4%, co powoduje zwiększenie plonów nasion o 13%. by 4% which consequently increased the seed yield by 13%.

Resztki poźniwne to podstawowe źródło zaopatrzenia gleby w substancję organiczną (Skrzypczyński i in. 1992). Stanowią one około 60% masy organicznej przyoranej w rotacji płodozmianu. W ostatnich latach obserwuje się w Polsce niepokojące zjawisko zwiększania udziału zbóż w strukturze zasiewów do ponad 70% przy jednoczesnym zmniejszaniu pogłowia bydła (spadek o 1/3). W związku z tym słoma, która była z powodzeniem wykorzystywana jako ściółka i pasza jest obecnie z coraz to większych arealów zaorywana bądź, co gorsza, spalana.

Biologiczne procesy rozkładu przyoranej słomy mogą powodować różnorodne zmiany właściwości fizyko-chemicznych gleby i kształtować plonowanie roślin następczych (Larson 1972, Christensen 1986).

Rozpatrując zmiany aktywności biologicznej gleb w wyniku mikrobiologicznych procesów rozkładu słomy najczęściej podnoszony jest problem azotu. Powszechnie uważa się, że w wyniku biologicznej sorpcji azotu przyoranie słomy powoduje ograniczenie dostępności tego składnika pokarmowego dla roślin (Ocio i in. 1990, Peschke 1982, Prusinkiewicz i in. 1990). W europejskich warunkach klimatycznych około 66% masy słomy ulega rozkładowi w ciągu sześciu miesięcy. Przy założeniu, że 35% masy węgla ze słomy wykorzystane jest na biosyntezę masy drobnoustrojów, teoretycznie powoduje to okresowy niedobór azotu w ilości 1,5 g/100 g słomy (Lynch 1983). Jednakże w wyniku ciągłego obiegu azotu z obumierającej biomasy drobnoustrojów niedobór ten jest okresowy i zjawisko to w głównej mierze przyczynia się do ograniczenia strat azotu z gleb w okresie zimowym, a następnie jest on udostępniany roślinom wiosną (Lynch 1983). Z drugiej strony słoma może być źródłem dla procesów biologicznego wiązania azotu. Teoretyczne wyliczenia wskazują na możliwość związania 15–20 mg N/g słomy. Wyniki badań modelowych z zastosowaniem kultur bakterii wiążących wolny azot oraz mikroorganizmów degradujących słomę wskazywały na możliwość asymilacji N<sub>2</sub> w ilościach sięgających nawet 13–16 mg N/g słomy, z wykorzystaniem słomy jako substratu energetycznego (Halsal i Gibson 1985, 1989). Również w warunkach polowych po przyoraniu słomy obserwowano istotne zwiększenie liczebności bakterii wiążących wolny azot i podwyższoną aktywność nitrogenazy (Roper 1983). Brak jest jednoznacznych danych na temat czynników wpływających na efektywność wiązania wolnego azotu w warunkach polowych po przyoraniu słomy. Wyniki badań gleb Jingguo i Bakkena (1997a, 1997b) wskazują, że w glebie nawożonej słomą pszenicy i jednocześnie obsianej roślinami obserwowano ograniczenie biomasy drobnoustrojów w wyniku intensywnego pobierania azotu przez korzenie roślin, co zaprzecza poglądom o biologicznej immobilizacji azotu przez drobnoustroje glebowe. Smith i Douglas (1968) nie

stwierdzili stymulującego oddziaływanie azotu na rozkład słomy pszenicy. Zdaniem autorów, brakujący azot mikroorganizmy pobierają z gleby, o czym świadczy dodatni bilans azotu w początkowym okresie rozkładu słomy. Prawdopodobnie mikroorganizmy preferują azot w formie organicznej. W związku z tym, mimo że dodany azot mineralny zawęża stosunek C : N, to nie oddziałuje on na przebieg procesów mikrobiologicznych (Dziadowiec 1987). W praktyce rolniczej zaleca się stosowanie 1 kg N na 100 kg przyoranej słomy.

Zastosowanie azotu, pod rzepak jesienią ma bezpośredni związek z pokrojem i zimowaniem roślin. Budzyński (1986) wykazał, że wśród czynników agrotechnicznych różnicujących pokrój roślin rzepaku przed zahamowaniem vegetacji, nawożenie azotem odgrywa decydującą rolę, po terminie i ilości wysiewu. Jesienna dawka azotu powinna umożliwić wykształcenie roślin o optymalnym pokroju, który zapewni roślinom najlepsze warunki do przetrzymywania (Muśnicki 1989, 1992). Rzepak uprawiany w stanowisku po jęczmieniu jarym, nawożony przedsięwzięciem 20–40 kg N/ha, w porównaniu z 60–80 kg N/ha, wykształcał, przed zahamowaniem vegetacji jesienią, rośliny o mniejszej o 14% suchej masie, które lepiej zimowały. Wyższe dawki azotu zastosowane jesienią nie miały wpływu na wysokość plonów nasion. Badania Budzyńskiego i Jankowskiego (2000) wykazały, że rzepak, uprawiany po mieszance zbożowej na zieloną masę, wykształca rozety o najkorzystniejszym dla przetrzymywania pokroju przy zastosowaniu przedsięwzięciem 40 kg N/ha w formie siarczanu amonu lub w postaci grubokroplistego oprysku roztworem saletrzano-mocznikowym. Jesienne zastosowanie siarczanu amonu zwiększyło plony nasion o ponad 9% w porównaniu z obiektem, na którym stosowano 10 kg N/ha w fazie 4–5 liści w postaci oprysku roztworem mocznika.

Celem badań było określenie wpływu nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego odmiany Silvia.

## Metoda i warunki badań

---

W latach 1998–2001 w RZD Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe i laboratoryjne nad wpływem nawożenia słomą pszenicy i azotem na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego odmiany Silvia. W dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot” badano nawożenie:

I — słomą pszenicy ozimej Kobra

a — kontrola bez słomy, b — przyorana słoma;

II — azotem: 0, 25, 50 i 75 kg N/ha).

Masę resztek poźniwnych (korzenie + ściern) i słomy określano z powierzchni 0,25 m<sup>2</sup>, w 2–3 dni po zbiorze pszenicy, w czterech powtórzeniach. Masę korzeni oznaczano do głębokości 20 cm. Plony resztek poźniwnych podano w suchej masie.

Ocenę jakościową resztek poźniwnych i słomy oparto na wynikach przeprowadzonych analiz chemicznych wykonanych następującymi metodami:

- suchą masą — metodą suszarkową,
- azot ogólny — metodą Kjeldahla,
- K i Ca — metodą fotometrii płomieniowej,
- P i Mg — metodą kolorymetryczną.

Na podstawie masy resztek poźniwnych i słomy oraz wyników analiz chemicznych obliczono nagromadzenie składników mineralnych na jednostce powierzchni.

Podczas zbioru pszenicy słoma była rozdrabniana za pomocą szarpacza słomy zainstalowanego do kombajnu, a z obiektów nie nawożonych została usunięta. Bezpośrednio przed wykonaniem podorywki wysiewano azot w postaci saletry amonowej, zgodnie ze schematem doświadczenia.

Ze względu na wysoką zasobność gleby w fosfor i potas nie stosowano nawożenia tymi składnikami. Przed siewem doświadczeń wykonywano orkę siewną połączoną z bronowaniem oraz stosowano agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy).

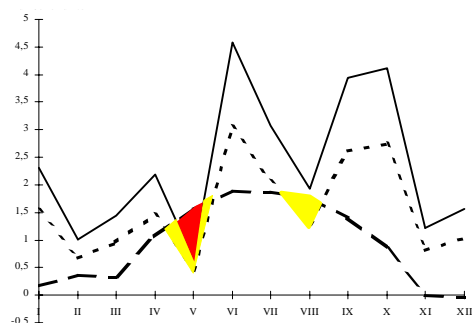
We wszystkich latach badań rzepak ozimy zasiano 26 sierpnia, wysiewając 120 nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m<sup>2</sup>, w rozstawie rzędów 15 cm. Powierzchnia poletek wynosiła 19,5 m<sup>2</sup>. Przeciwno chwastom zastosowano posiewnie Butisan Star 416 SC, a samosiewy pszenicy zniszczono za pomocą preparatu Targa 10 EC. Szkodniki lodygowe i ślodyzka rzepakowego zwalczano dwukrotnie preparatami Fastac 10 EC i Karate 025 EC. Azot w formie mocznika stosowano w czasie ruszania wiosennej roślinności w ilości 70 kg N/ha i w fazie pąkowania roślin — 60 kg N/ha. Rzekpak zbierano jednoetapowo kombajnem 19.07.1999, 14.07.2000 i 23.07.2001. Plony nasion rzepaku podano przy 13% wilgotności.

Zagęszczenie roślin rzepaku ozimego określano w czterech powtórzeniach na 2 mb z każdego poletka: jesienią przed zahamowaniem roślinności, wiosną po ruszeniu roślinności oraz bezpośrednio przed zbiorem. Uzyskane wyniki przeliczono na 1 m<sup>2</sup>. Jesienią po zahamowaniu roślinności na 10 roślinach rzepaku z każdego poletka określono: liczbę liści utrzymujących się, średnicę szyjki korzeniowej, wysokość wyniesienia pąka wierzchołkowego, świeżą i suchą masę nadziemnej części 1 rośliny oraz zawartość suchej masy. Bezpośrednio przed zbiorem określono na 10 roślinach z każdego poletka, następujące cechy biometryczne: wysokość roślin, wysokość do pierwszego plonującego rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu i liczbę łuszczyń na roślinie. Ponadto na 25 łuszczyń pochodzących ze środkowej części pędu głównego określano liczbę i masę nasion w łuszczyńce, natomiast po zbiorze oznaczono masę 1000 nasion.

## Warunki meteorologiczne i glebowe

Warunki meteorologiczne w latach 1998–2001 były bardzo zróżnicowane (rys. 1–4). Wspólną cechą były łagodne i umiarkowanie wilgotne zimy. W roku 1998 lipiec był suchy, a sierpień i wrzesień wilgotny, przy średnich temperaturach zbliżonych do wielolecia. W roku 1999 marzec i kwiecień były wilgotne, a maj bardzo suchy. Czerwiec miał sumę opadów nieco poniżej średniej wieloletniej, a lipiec był przekropany. W sierpniu notowano tylko 12,7 mm opadów przy średniej wieloletniej 67,6 mm i do końca roku sumy opadów w poszczególnych miesiącach były poniżej normy. Przez cały rok 1999, z wyjątkiem listopada, średnie temperatury miesięczne powietrza były wyższe od średniej wieloletniej.

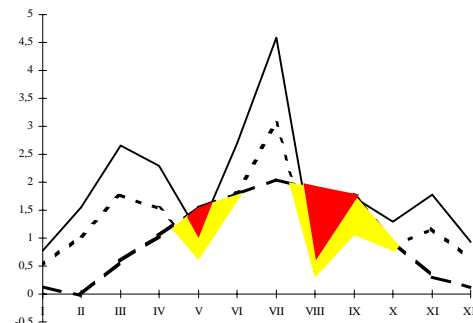
liczba jednostek  
number of units



--- krzywa temperatur — curve of temperature  
- - - krzywa opadów — curve of rainfall  
... obniżona krzywa opadów — debase curve of rainfall  
■ susza — drought  
■ posucha — semi drought

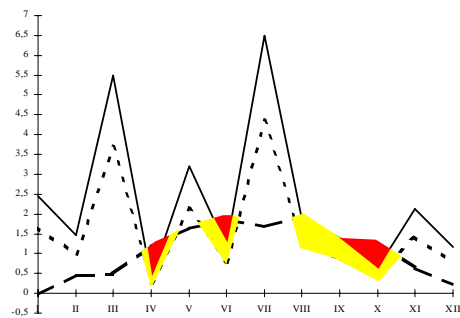
Rys. 1. Diagram przebiegu pogody w Pawłowicach w roku 1998 — *The diagram of meteorological conditions at Pawłowice in 1998 year*

liczba jednostek  
number of units



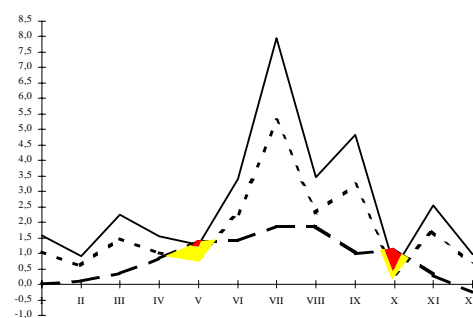
Rys. 2. Diagram przebiegu pogody w Pawłowicach w roku 1999 — *The diagram of meteorological conditions at Pawłowice in 1999 year*

liczba jednostek  
number of units



Rys. 3. Diagram przebiegu pogody w Pawłowicach w roku 2000 — *The diagram of meteorological conditions at Pawłowice in 2000 year*

liczba jednostek  
number of units



Rys. 4. Diagram przebiegu pogody w Pawłowicach w 2001 roku — *The diagram of meteorological conditions at Pawłowice in 2001 year*

W roku 2000 miesiące marzec i lipiec były bardzo wilgotne, natomiast kwiecień, czerwiec i październik bardzo suche, a sierpień, wrzesień i grudzień suche. Średnie miesięczne temperatury powietrza w roku 2000 były wyższe od średnich wieloletnich, z wyjątkiem wilgotnego lipca. Bardzo ciepła była wiosna i jesień, a zahamowanie wegetacji miało miejsce 7 grudnia. W roku 2001 wegetacja rzepaku rozpoczęła pod koniec marca. Temperatury powietrza w kwietniu, maju i lipcu były zbliżone do średniej wieloletniej, a w chłodnym czerwcu były niższe o 2,6°C. Sumy opadów w kwietniu i czerwcu były na poziomie wielolecia, w maju notowano suszę, a lipiec był bardzo wilgotny.

Doświadczenia zakładano corocznie na glebie brunatnej typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Odczyn pH gleby w 1 n KCl wahał się od kwaśnego do lekko kwaśnego, a zasobność gleby w podstawowe makroskładniki przedstawiała się następująco: P — bardzo wysoka, K — średnia do bardzo wysokiej i Mg — średnia do bardzo wysokiej.

## Wyniki badań

Analiza składu mineralnego resztek poźniwnych pszenicy ozimej wykazała, że zawierały one przede wszystkim K, N i Ca, natomiast P i Mg było 7,7–8,7 razy mniej, w porównaniu z K (tab. 1). Pomiedzy poszczególnymi latami wystąpiły

Tabela 1

Zawartość makroskładników w resztkach poźniwnych pszenicy ozimej [%]

*Macroelements content in harvest residues in winter wheat*

A — Korzenie + ścierń + N — *Roots + stubble + N*

B — Korzenie + ścierń + słoma + N — *Roots + stubble + straw + N*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	N	P	K	Ca	Mg
1998					
A	0,48	0,08	0,70	0,27	0,11
B	0,54	0,09	0,75	0,30	0,12
1999					
A	0,43	0,08	0,41	0,08	0,13
B	0,44	0,09	0,43	0,10	0,14
2000					
A	0,50	0,08	0,67	0,14	0,12
B	0,51	0,08	0,68	0,15	0,13
Średnie z lat 1998–2000 — <i>Means for 1998–2000</i>					
A	0,47	0,08	0,59	0,16	0,12
B	0,50	0,09	0,62	0,18	0,13

duże różnice w zawartość makroskładników. W latach 1998 i 2000 resztki poźniwne zawierały więcej N, K i Ca niż w roku 1999. We wszystkich latach badań korzenie + ściern zawierały mniej N, K i Ca od korzeni + ścierni + słomy. Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ściern wynosiła około 28%, a nagromadzonych makroskładników od 25 do 27% łącznej masy (korzenie + ściern + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N – 37,8; P – 6,6; K – 47,5; Ca – 14,2 i Mg – 9,8 (tab. 2). Liczba dni od zaorania słomy pszenicy do siewu rzepaku ozimego wynosiła w 1998 roku – 26, w 1999 roku – 24, a w 2000 roku – 14. Badane czynniki nie wywarły wyraźnego wpływu na rozwój rzepaku (tab. 3). We wszystkich latach badań rzepak ozimy zasiano w optymalnym dla Dolnego Śląska terminie (26 sierpnia). W 1998 roku wschody ukazały się 2 września. W czasie zahamowania vegetacji (7 listopada) rzepak był w fazie 6 liści. Po okresie spoczynku zimowego, który wyniósł 137 dni, rozpoczęcie vegetacji miało miejsce 24 marca 1999 roku. Ciepły i dość wilgotny kwiecień spowodował przyśpieszenie vegetacji i rzepak rozpoczął kwitnienie 28 kwietnia, a majowa susza skróciła ten okres do 21 dni. Pełną dojrzałość rzepak osiągnął 17 lipca.

Tabela 2

Masa resztek poźniwnych pszenicy ozimej i nagromadzenie składników mineralnych  
*Matter of harvest residues of winter wheat and accumulation of mineral components*

A — Korzenie + ściern + N — *Roots + stubble + N*

B — Korzenie + ściern + słoma + N — *Roots + stubble + straw + N*

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Sucha masa resztek poźniwnych <i>Dry matter of harvest residues [t/ha]</i>	N	P	K	Ca	Mg
		[kg/ha]				
1998						
A	2,2	10,6	1,8	15,4	5,9	2,6
B	8,0	43,2	7,2	60,0	24,0	9,6
1999						
A	2,2	9,5	1,8	9,0	1,8	2,9
B	7,3	32,1	6,6	31,4	7,3	10,2
2000						
A	2,0	10,0	1,6	13,4	2,8	2,4
B	7,5	38,2	6,0	51,0	11,3	9,7
Średnie z lat 1998–2000 — <i>Means for 1998–2000</i>						
A	2,1	10,0	1,7	12,6	3,5	2,6
B	7,6	37,8	6,6	47,5	14,2	9,8

W 1999 roku z powodu suszy wschody ukazały się 5 września (tab. 3). W czasie zahamowania wegetacji (10 listopada) rzepak był w fazie 7 liści. Po okresie spoczynku zimowego, rozpoczęcie wegetacji wiosną miało miejsce 27 marca, a wyjątkowo ciepły i suchy kwiecień 2000 roku znacznie przyspieszył jego rozwój. Kwitnienie rozpoczęło się 27 kwietnia i z powodu bardzo suchej i cieplej pierwszej połowy maja trwało tylko 17 dni. Suchy czerwiec wpłynął na dalsze przyspieszenie rozwoju rzepaku, który osiągnął pełną dojrzałość 11 lipca 2000 roku.

Tabela 3

Rozwój rzepaku ozimego w latach 1998/99–2000/01

*Growth of winter rape in 1998/99–2000/01*

1 — data początku fazy — *date of the beginning of a stage*

2 — liczba dni od siewu — *number of days after sowing*

Fazy rozwojowe <i>Growth stages</i>	1998/99		1999/00		2000/01	
	1	2	1	2	1	2
Siew — <i>Sowing</i>	26.08	–	26.08	–	26.08	–
Wschody — <i>Emergence</i>	02.09	7	05.09	10	07.09	12
4 liście — <i>4 leaves</i>	02.10	37	30.09	35	04.10	39
Zahamowanie wegetacji jesienią <i>Inhibition of vegetation in autumn</i>	07.11	73	10.11	76	07.12	103
Rozpoczęcie wegetacji wiosną <i>Renewal of vegetation in spring</i>	24.03	210	27.03	214	31.03	218
Początek pąkowania <i>Beginning of budding</i>	06.04	223	11.04	229	11.04	229
Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i>	28.04	245	27.04	245	07.05	255
Koniec kwitnienia <i>End of flowering</i>	19.05	266	13.05	261	25.05	273
Dojrzałość pełna — <i>Full maturity</i>	17.07	325	11.07	320	18.07	326
Zbiór — <i>Harvest</i>	19.07	327	14.07	323	23.07	331

W 2000 roku z powodu suszy wschody ukazały się 7 września. Rozwój jesienny trwał wyjątkowo długo (103 dni), a zahamowanie rozwoju miało miejsce 7 grudnia. Rozpoczęcie wegetacji wiosną nastąpiło 31 marca 2001 roku, a kwitnienie 7 maja. Rzepak osiągnął pełną dojrzałość 19 lipca.

Nawożenie słomą + N nie miało wyraźnego wpływu na liczbę roślin przed zahamowaniem wegetacji (tab. 4). Zaniki roślin podczas spoczynku zimowego w poszczególnych latach wahały się od 4 do 17,3%. Pod wpływem nawożenia azotem, bez względu na nawożenie słomą, wzrastały ubytki roślin podczas spoczynku. Należy podkreślić, że stopień przezimowania rzepaku w warunkach klimatycznych Polski zależy, między innymi, od układu warunków termiczno-wilgotnoś-



Tabela 4 pozioma

Tabela 5 pozioma

ciowych jesienią, które determinują wzrost elongacyjny i powodują wybujanie roślin oraz od warunków termicznych w zimie. W latach o wilgotnej i ciepłej jesieni zwiększenie dawki z 40 do 90 kg N/ha powodowało wzrost ubytków roślin podczas zimy z 13 do 36% (Budzyński 1986, Pieczka 1970). Na stanowisku z przyoraną słomą zarysowała się tendencja do większych zaników roślin w porównaniu z obiektami bez słomy.

Nawożenie słomą miało, między innymi, niekorzystny wpływ przed zahamowaniem wegetacji na liczbę liści utrzymujących się na roślinie, średnicę szyjki korzeniowej oraz świeżą i suchą masę jednej rośliny (tab. 5). Na obiekcie nawożonym słomą bez dodatku azotu obniżka suchej masy nadziemnej części rośliny wynosiła ponad 43% w porównaniu z kontrolą bez słomy. Nawożenie dawką 50 kg N/ha spowodowało wzrost suchej masy, średnio o ponad 70% w porównaniu z obiektem bez nawożenia. Wśród czynników agrotechnicznych kształtujących pokrój rzepaku jesienią wymienia się termin i gęstość siewu oraz nawożenie azotem (Budzyński 1986, Muśnicki 1989). Nadziemna sucha masa jednej rośliny rzepaku powinna według Muśnickiego (1989) wynosić 1,5 g. Wójtowicz i Wielebski (2000) wykazali brak korelacji pomiędzy morfologią roślin przed zimą a ich przezimowaniem, co wskazuje, że parametry dotyczące rozety rzepaku przed zimą nie zawsze dobrze opisują zimotrwałość.

Nawożenie słomą miało korzystny wpływ na liczbę łuszczyń na roślinie w porównaniu z kontrolą. Zastosowanie azotu jesienią zwiększyło: wysokość roślin przed zbiorem, liczbę rozgałęzień, liczbę łuszczyń z rośliny, liczbę nasion w łuszczyń, masę nasion w łuszczyń i masę 1000 nasion (tab. 6 i 7). Na stanowisku ze słomą zastosowanie jesienią 50 kg N/ha zwiększyło liczbę łuszczyń na roślinie o 8% i masę nasion w łuszczyń o 4%, co spowodowało wyższą plonowość nasion o 13% w porównaniu z kontrolą. Średnio na obiekcie bez słomy plony nasion były o 7% niższe niż ze słomą. Muśnicki (1989) wykazał, że poziom jesiennej dawki azotu nie ma istotnego wpływu na plonowanie rzepaku, lecz przy wyższych dawkach azotu zmienność plonów była większa.

Tabela 6  
Cechy morfologiczne rzepaku ozimego przed zbiorem (średnie z lat 1998/99–2000/01)  
*Morphological feature of winter rape before harvesting (means for 1998/99–2000/01)*

Resztki pożniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Wysokość roślin <i>Height of plants</i> [cm]	Wysokość do I rozgałęzienia <i>Height to the lowest branch</i> [cm]	Liczba rozgałęzień I rzędu <i>Number of the I-line branches</i>	Liczba łuszczyn na roślinie <i>Number of siliques per plant</i>
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	120	66,9	3,3	89
	25	124	67,5	4,0	94
	50	134	74,3	4,2	98
	75	135	77,0	4,2	104
Ze słomą <i>With straw</i>	0	123	70,2	3,8	95
	25	126	70,2	4,1	97
	50	133	77,3	4,2	103
	75	132	76,4	4,0	104
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>					
Bez słomy — <i>Without straw</i>		128	71,4	3,9	96
Ze słomą — <i>With straw</i>		128	73,5	4,0	100
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	1,9	r.n.	3
	0	121	68,5	3,6	92
	25	125	68,9	4,0	95
	50	134	75,8	4,2	100
	75	133	76,7	4,1	104
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		3	2,7	0,3	5
	1998/99	148	78,1	4,5	108
	1999/00	112	71,8	3,2	81
	2000/01	125	67,6	4,2	104
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		2	2,4	0,3	4

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

Tabela 7

Elementy struktury plonu rzepaku ozimego i plon nasion (średnie z lat 1998/99–2000/01)  
*Yield components of winter rape and seed yield (means for 1998/99–2000/01)*

Resztki poźniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Liczba nasion w łuszczyne <i>Number of seeds per silique</i>	Masa nasion z łuszczyzny <i>Weight of seeds in silique [mg]</i>	Masa 1000 nasion <i>Weight of 1000 seeds [g]</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i> [t/ha]
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	23,9	107,1	3,87	3,02
	25	24,6	110,5	3,90	3,23
	50	24,8	113,1	3,91	3,30
	75	25,8	114,7	3,95	3,51
Ze słomą <i>With straw</i>	0	24,4	109,9	3,82	3,26
	25	25,1	110,1	3,91	3,50
	50	25,0	114,7	3,97	3,68
	75	24,9	115,8	3,90	3,54
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	0,12
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>					
Bez słomy — <i>Without straw</i>		24,8	111,3	3,90	3,26
Ze słomą — <i>With straw</i>		24,9	112,6	3,90	3,49
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	0,06
	0	24,1	108,5	3,84	3,14
	25	24,9	110,3	3,90	3,36
	50	25,0	113,9	3,94	3,49
	75	25,4	115,2	3,92	3,52
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,6	4,0	0,05	0,08
	1998/99	25,9	109,1	3,34	2,53
	1999/00	22,4	101,6	4,21	2,83
	2000/01	26,2	125,2	4,16	4,77
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,7	3,3	0,05	0,07

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*

## Wnioski

- Masa wprowadzonych do gleby resztek poźniwnych pochodzących z korzeni i ścierni pszenicy ozimej wynosiła około 28%, a nagromadzonych makroskładników od 25 do 27% łącznej masy (korzenie + ściernie + słoma), która wynosiła średnio 7,6 t/ha i gromadziła w kg/ha: N – 37,8; P – 6,6; K – 47,5; Ca – 14,2 i Mg – 9,8.

2. Badane czynniki agrotechniczne nie wywarły wyraźnego wpływu na kształtowanie się długości poszczególnych faz rozwojowych rzepaku i zależały przede wszystkim od przebiegu pogody.
3. Rzepak ozimy uprawiany na stanowisku po zaoranej słomie pszenicy ozimej, w stosunku do obiektu bez słomy, odznaczał się między innymi:
  - słabszym rozwojem roślin jesienią, który spowodował, że rośliny wytworzyły przed zahamowaniem wegetacji mniej liści, a sucha masa jednej rośliny była o 30% niższa,
  - przyrostem suchej masy o ponad 100% przy nawożeniu słomą + 50 kg N/ha,
  - większą o 4% liczbą łuszczyń i o 7% plonami nasion.
4. Na stanowisku ze słomą należy stosować jesienią 50 kg N/ha, gdyż zwiększa się liczba łuszczyń na roślinie o 8% i masa nasion w łuszczyńce o 4%, co powoduje zwiększenie plonów nasion o 13% w porównaniu z kontrolą.

## Conclusions

---

1. The weight of harvest residues of roots and stubble of winter wheat in the soil was recorded at 28% and accumulation of macroelements ranged from 25 to 27% of total weight (roots + stubble + straw) that amounted to 7,6 t/ ha, on average, and accumulated: 37.8 N, 6.6 P 47.5 K, 14.2 Ca and 9.8 kg/ha Mg.
2. The agrotechnical factors did not influence individual growth stages of oilseed rape, which were mainly dependent on weather conditions.
3. Winter oilseed rape cultivated after winter wheat with straw ploughed under, as compared to the site without straw, was characterized by:
  - slower development in autumn which caused that the plants had less leaves before the end of the growing season, 30% lower dry matter of a plant,
  - increased dry matter by 100% with straw fertilization + 50 kg N/ ha,
  - higher number of siliques by 4% and seed yields by 7% respectively.
4. In the site with straw 50 kg N/ha has to be applied in autumn because, as compared to the control, it increased the number of siliques on plants by 8%, the weight of seed in a silique by 4% and the seed yield by 13%.

## Literatura

- Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt., Agricult., 41, suppl. B: 3-56.
- Budzyński W., Jankowski K. 2000. Wpływ sposobu jesiennego nawożenia azotem na plonowanie i koszt uprawy rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XXI (1): 73-84.
- Christensen B.T. 1986. Barley straw decomposition under field conditions: effect of placement and initial nitrogen content on weight loss and nitrogen dynamics. Soil. Biol. Biochem., 18: 523-529.
- Dziadowiec H. 1987. Przemiany w glebie słomy zbóż stosowanej jako nawóz organiczny i jej agrotekologiczne działanie. PNR, 4/87: 39-58.
- Halsal D.M., Gibson A.H. 1985. Cellulose decomposition and associated nitrogen fixation by mixed cultures of *Cellulomonas gelida* and *Azospirillum* species or *Bacillus macerans*. Appl. Environm. Microbiol., 50: 1021-1026.
- Halsal D.M., Gibson A.H. 1989. Nitrogenase activity of a range of diazotrophic bacteria on straw, straw breakdown products and related compounds. Soil Biol. Biochem., 21: 291-298.
- Jingguo W., Bakken L.R. 1997a. Competition for nitrogen during decomposition of plant residues in soil: Effect of spatial placement of N-rich and N-poor plant residues. Soil Biol. Biochem., 29: 153-162.
- Jingguo W., Bakken L.R. 1997b. Competition for nitrogen during decomposition of plant residues in soil: Microbial response to C and N availability. Soil Biol. Biochem., 29: 163-172.
- Larson W.E. et al. 1972. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn: II organic carbon nitrogen, phosphorus and sulphur. Agr. J., 64: 204-208.
- Lynch J.M. 1983. Soil Biotechnology. Microbiological factors in crop productivity. Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford – London.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w różnych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Roczn. AR Pozn. Rozpr. nauk., 19: 1-154.
- Muśnicki Cz. 1992. Produkcyjne skutki uproszczeń w agrotechnice roślin oleistych. Mat. konf. „Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”, 25-26.05.1992, Olsztyn: 95-118.
- Ocio J.A. et al. 1990. Field incorporation of straw and its effect on soil microbial biomass and soil inorganic N. Soil Biol. Biochem., 23: 171-176.
- Peschke H. 1982. Wirkungsvergleich organischer Düngemittels N-Tracer. Arch. Acker-u. Pfl.-Bau u. Bodenk., 26: 207-216.
- Pieczka B. 1970. O stosowaniu nawozów azotowych pod rzepak ozimy po strączkowych i kłosowych w przedplonie. RNR, A-96-1: 137-149.
- Prusinkiewicz Z. i in. 1990. Rozkład resztek poźniwnych. [W]: Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż. Wyd. Nauk. UAM Poznań, 90-109.
- Roper M.M. 1983. Field measurement of nitrogenase activity in soils amended with straw. Austr. J. Agric. Res., 34: 725-739.
- Skrzypczyński T. i in. 1992. Wartość przedplonowa roślin strączkowych dla jęczmienia jarego i pszenżyta ozimego. Fragm. Agronom., 4 (6): 163-170.
- Smith J.H., Douglas C.L. 1968. Influence of residual nitrogen on wheat straw decomposition in the field. Soil Sci., 106: 456-459.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 2000. Wpływ warunków siedliskowych na jesienny rozwój oraz przezi-mowanie odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XXI (1): 65-72.

Tabela 4

Liczba roślin rzepaku ozimego na 1 m<sup>2</sup> oraz ubytki roślin podczas zimy — *Number of winter oilseed rape plant per 1 m<sup>2</sup> and losses of plant during winter*

1 — przed zahamowaniem wegetacji — *before inhibition of vegetation*

3 — przed zbiorem — *before harvest*

2 — po ruszeniu wegetacji — *after renewal of vegetation*

4 — ubytki roślin po zimie — *losses of plants after winter [%]*

Resztki poźniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	1998/99				1999/00				2000/01			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	106	95	78	10,4	120	115	112	4,2	70	67	63	4,3
	25	108	96	78	11,1	124	118	114	4,8	72	68	64	5,6
	50	102	88	80	13,7	126	119	111	5,6	65	61	59	6,2
	75	97	85	75	12,4	125	116	106	7,2	69	63	60	8,7
Ze słomą <i>With straw</i>	0	105	95	85	9,5	126	121	120	4,0	67	63	62	6,0
	25	104	89	78	14,4	122	116	113	4,9	71	66	63	7,0
	50	110	91	72	17,3	128	120	117	6,3	63	59	57	6,4
	75	103	86	72	16,5	134	124	120	7,5	67	61	57	9,0
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>													
Bez słomy — <i>Without straw</i>		103	91	78	11,7	124	117	111	5,7	69	65	61	5,8
Ze słomą — <i>With straw</i>		105	90	77	14,3	127	120	117	5,5	67	62	60	7,5
	0	105	95	81	9,5	123	118	116	4,1	68	65	62	4,4
	25	106	92	78	13,2	123	117	113	4,9	71	67	63	5,6
	50	106	89	76	16,0	127	119	114	6,3	64	60	58	6,3
	75	100	85	73	15,0	129	120	113	7,0	68	62	58	8,8



Tabela 5

Charakterystyka morfologiczna rzepaku ozimego jesienią przed zahamowaniem wegetacji (średnie z lat 1998/99–2000/01)  
*Morphological feature of winter oilseed rape in autumn before inhibition of vegetation (means for 1998/99–2000/01)*

Resztki pożniwne <i>Harvest residues</i>	Dawka <i>Dose N</i> [kg/ha]	Liczba liści utrzymu- jących się na roślinie <i>Number of leaves surviving per plant</i>	Średnica szyjki korzeniowej <i>Diameter of root collar [mm]</i>	Wyniesienie stożka wzrostu <i>Elevation of shoot apex [mm]</i>	Zielona masa 1 rośliny <i>Fresh matter of 1 plant [g]</i>	Sucha masa 1 rośliny <i>Dry matter of 1 plant [g]</i>	Procent suchej masy <i>Percentage of dry matter</i>
Bez słomy <i>Without straw</i>	0	6,3	6,7	13,1	9,3	1,38	15,4
	25	6,7	7,4	14,8	11,1	1,52	14,0
	50	6,8	7,1	15,4	15,6	2,13	13,8
	75	7,2	7,9	16,7	16,7	2,23	13,4
Ze słomą <i>With straw</i>	0	5,9	5,4	10,0	5,5	0,78	14,4
	25	6,1	6,4	11,3	8,0	1,08	13,8
	50	6,5	7,1	13,0	11,9	1,59	13,5
	75	6,7	7,3	13,8	12,0	1,62	13,6
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		r.n.	0,6	r.n.	r.n.	r.n.	0,5
Średnie dla czynników — <i>Means for factors</i>							
Bez słomy — <i>Without straw</i>		6,8	7,3	15,0	13,2	1,81	14,1
Ze słomą — <i>With straw</i>		6,4	6,5	12,0	9,3	1,27	13,8
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,2	0,3	0,6	0,5	0,07	r.n.
0		6,1	6,0	11,5	7,4	1,08	14,9
25		6,4	6,9	13,0	9,5	1,30	13,9
50		6,6	7,1	14,2	13,7	1,86	13,6
75		6,9	7,6	15,3	14,4	1,93	13,5
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,3	0,4	0,6	0,7	0,10	0,3
1998/99		6,1	7,2	10,5	9,0	1,40	15,9
1999/00		6,8	6,2	14,6	11,6	1,46	12,6
2000/01		6,7	7,3	15,5	13,1	1,76	13,4
NIR — <i>LSD</i> $\alpha = 0,05$		0,2	0,3	0,8	0,6	0,09	0,5

r.n. — różnica nieistotna — *no significant difference*